

MODELACIÓN AMBIENTAL - ICYA 3406

Programa del Curso - Primer Semestre de 2023

Profesor: Luis Alejandro Camacho Botero

Oficina ML776, Tel: 3394949 Extensión 1731 – celular 3104764861

Horario Atención Estudiantes: Lunes 10:30 am -12:00 pm, Miércoles 10:30 am – 12:00 pm, Viernes
10:30 am – 12:00 pm

la.camacho@uniandes.edu.co

Clase magistral: Lunes 8:00 a 9:15 am LL205

Miércoles 8:00 a 9:15 am LL205

Laboratorio Ambiental: Sección 1 Jueves 2:00 a 3:15 pm ML 107

Objetivos y metas

Los estudiantes del curso se familiarizarán con ecuaciones, herramientas y métodos de modelación matemática de los procesos de transporte, cinética de reacciones, y transformaciones bioquímicas de determinantes convencionales de calidad del agua superficial y subterránea. Al final del curso los estudiantes podrán:

- Identificar, plantear, y resolver ecuaciones de conservación de la masa en reactores bien mezclados, ríos, y acuíferos utilizando métodos numéricos en Matlab o Excel y modelos existentes tales como QUAL2K.
- Analizar mediciones hidráulicas, de calidad del agua *in situ*, y muestras de agua y analizar datos de campo y laboratorio de determinantes convencionales en el marco de la legislación colombiana.
- Reconocer e identificar los conceptos físicos y bioquímicos que gobiernan el transporte y la cinética de reacciones de determinantes convencionales de calidad del agua.
- Implementar, calibrar y aplicar modelos matemáticos como herramientas de simulación, planificación, diseño, manejo y control ambiental.

Metodología

El curso se basará en explicaciones magistrales del material repartido con anterioridad a las clases, lecturas de las referencias y solución de problemas en clase y fuera de ella. El curso tendrá un alto contenido de laboratorios computacionales llevados a cabo en la clase magistral. Estos son ejercicios guiados que buscarán la familiarización del estudiante con el marco de modelación y herramientas modernas de simulación y modelos. El curso tendrá una salida de campo opcional (no obligatoria) para la toma de datos utilizados en un laboratorio de transporte de solutos y en el proyecto del curso, en el cual se realizará un proyecto completo de modelación de la calidad del agua de un río utilizando datos reales. Este proyecto se realizará paso a paso durante el semestre en el espacio de la clase de laboratorio computacional el cual es un espacio adicional complementario a la clase magistral.

Referencias

- Chapra, S. C. (1997). Surface water quality modelling, Ed. McGraw-Hill, 1ª Ed., Nueva York Chapra.
- S.C. y Pellieter, G., (2003) Qual2k Documentation Manual, EPA.
- Martin, J., McCutcheon (1999) Hydrodynamics and transport for water quality modelling, Lewis, New York.
- Thibodeaux, L. J. (1996) Environmental chemodynamics, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York.
- James, A., (1993) An Introduction to water quality modelling, John Wiley & Sons, Chichester
- Kadlec, R. H., Knight, R. (1996) Treatment Wetlands, CRC Press LLC, Lewis Publishers, Boca Ratón.
- Thomann, R. V. and Mueller, J. A. (1987). Principles of surface water quality modelling and control, Ed. Harper and Row, 1ª Ed., Nueva York.
- Levenspiel O. (1972) Chemical reaction engineering, 2a Ed., John Wiley & Sons, Nueva York
- Chapman, D. (1992). Water quality assessments, Ed. E & FN Spon, UNESCO/WHO/UNEP Londres.
- Bartram, J., and Ballance, R. (1996). Water quality monitoring, Ed. E & FN Spon, UNESCO/WHO/UNEP Londres.
- Rutherford, J. C. (1994). River mixing, Ed. John Wiley & Sons, Chichester
- Salazar, A. (1996). Contaminación de Recursos Hídricos – Modelos y Control, AINSA, 2a. Edición, Medellín
- Weiming W. (2008) Computational River Dynamics, Talor & Francis, London Zhen-Gang,
- J. (2008) Hydrodynamics and Water Quality, Wiley, New Jersey.
- Stull, R. B. (2000) Meteorology for Scientists and Engineers, Brooks/Cole, 2a. Edición, Estados Unidos
- Karamouz, M., Ahmadi, A., Akhbari, M., (2011) Groundwater Hydrology, Engineering, Planning and Management, CRC Press Taylor & Trancis Group, 1a. Edición, Boca Ratón.
- Benedini, M., Tsakiris, G., (2013) Water quality modelling for rivers and streams, Springer, Dordrecht
- Tchobanoglous, G., Schroeder E., D. (1987) Water quality – Characteristics, Modeling, Modification, Addison Wesley Longman, Reading

Journals

Water Resources Research, AGU; Journal of Hydrology, Elsevier; Journals de la ASCE., e.g. Journal of Environmental Engineering, Earth System Sciences, Water Science and Technology, IAWQ, Environmental Fluid Mechanics (Springer), Environmental Modelling & Software (Elsevier).

Sistema de Evaluación

2 Exámenes parciales (23% cada uno):	46%
Laboratorios computacionales, ejercicios de clase y un ensayo	26%
Proyecto del curso (tres entregas 24% y sustentación y auto y co-evaluación 4%):	28%

Exámenes (46%): Los exámenes contendrán la evaluación de conceptos y el control de lecturas mediante preguntas de selección múltiple, y contendrán 1 ejercicio de planteamiento de ecuaciones y/o implementación de modelos y su solución mediante un modelo en Matlab o Excel. Los exámenes se realizarán presencialmente de acuerdo a las instrucciones del profesor.

Laboratorios computacionales y ejercicios de clase (26%): El curso tendrá un componente importante de laboratorios computacionales y ejercicios individuales que se desarrollarán en clase y algunos de los cuales se finalizarán en casa y todos se entregarán a través de Bloque Neón. Después de la clase donde se desarrollan los laboratorios o ejercicios, o después de la fecha acordada de entrega, éstos se recibirán máximo antes de la siguiente clase en Bloque Neón. Todos los trabajos se entregarán por Bloque Neón únicamente en formato pdf, xls o doc. **No se reciben** trabajos enviados al correo electrónico del profesor o de los monitores. Los ejercicios tienen un porcentaje de 9% (1% c/u), los laboratorios 15% (5% c/u) y el ensayo 2%.

Proyecto del curso (28%): se desarrollará en grupos de mínimo 7 y máximo 10 estudiantes un proyecto de modelación de la calidad del agua de una corriente utilizando datos reales tomados en campo. Se realizarán 2 entregas de informes parciales calificables (8% c.u./ 16% total), un informe final de ingeniería (8%) y una sustentación oral con el profesor y una auto y co-evaluación (total 4%). Después de la fecha acordada se recibirán entregas de proyecto máximo con una semana de retraso y se calificarán sobre 4.0. Para la sustentación deberá solicitarse por parte del grupo, después de entregar el informe de ingeniería, una cita por escrito al profesor en las fechas establecidas para la misma. La no asistencia de un integrante a la sustentación se calificará con nota de 0.0 a esta persona (no a todo el grupo). Todos los documentos del proyecto y modelos se entregarán por Bloque Neón únicamente en formato pdf, xls o doc

Material de clases: en Bloque Neón estarán disponibles las presentaciones de clase y la mayoría de lecturas asignadas en formato pdf. Éstas son para uso exclusivo de los estudiantes del curso. En Bloque Neón se presentará material de soporte adicional y toda la información referente al proyecto del curso.

Aproximación de notas: la Nota Definitiva será la nota final ponderada según los anteriores porcentajes, expresada con décimas y centésimas (por ejemplo, si la nota final es 3.6783, la nota definitiva será 3.68; si la nota final es 3.6743, la nota definitiva será 3.67). Excusas: se recibirán excusas de acuerdo con el artículo 43 del RGEPr las cuales si tienen un porcentaje igual o mayor al 10% de la nota total deberán ser entregadas a la secretaria del Departamento (Asistente Eliana Arévalo) y al profesor para su verificación y aprobación. La nota mínima aprobatoria del curso será 3.0.

Metas ABET esperadas como parte del curso

En este curso se realiza seguimiento a las metas de aprendizaje establecidas para los programas de Ingeniería Civil e Ingeniería Ambiental. En particular, las metas que se evalúan semestralmente por parte del sistema de calidad académica del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de los Andes en este curso son:

- C1. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas
- C5. Habilidad para trabajar efectivamente en equipo cuyos miembros proporcionan liderazgo, generan un ambiente colaborativo e incluyente, establecen metas, planean actividades y alcanzan objetivos

Otra habilidad esperada en el curso es la de programar las soluciones de los problemas utilizando Excel o Matlab.

Protocolo MAAD: El miembro de la comunidad que sea sujeto, presencie o tenga conocimiento de una conducta de maltrato, acoso, amenaza, discriminación, violencia sexual o de género (MAAD) deberá poner el caso en conocimiento de la Universidad. Ello, con el propósito de que se puedan tomar acciones institucionales para darle manejo al caso, a la luz de lo previsto en el protocolo, velando por el bienestar de las personas afectadas. Para poner en conocimiento el caso y recibir apoyo, usted puede contactar a:

1. Línea MAAD: lineamaad@uniandes.edu.co
2. Ombudsperson: ombudsperson@uniandes.edu.co
3. Decanatura de Estudiantes: Correo: centrodeapoyo@uniandes.edu.co
4. Red de Estudiantes:
 - PACA (Pares de Acompañamiento contra el Acoso) paca@uniandes.edu.co -
5. Consejo Estudiantil Uniandino(CEU) comiteacosoceu@uniandes.edu.co

Ajustes Razonables

En este curso se tendrá en cuenta la política de ajustes razonables y la política de momentos difíciles para el semestre 2023 según la cual:

“Tomando en cuenta las circunstancias actuales y el que las actividades académicas serán presenciales, la política de ajustes razonables ya no tendrá en cuenta barreras de conectividad, así como tampoco barreras a causa de dificultades de salud física o mental, personales o familiares relacionadas al Covid-19 o a la situación de confinamiento. Mayor información en este enlace:

<https://decanaturadeestudiantes.uniandes.edu.co/ajustes-razonables-y-politica-momentos-dificiles>

Cada profesor o profesora tendrá autonomía para tener en cuenta en sus cursos la política de momentos difíciles de acuerdo con la situación que presente el/la estudiante y la forma en cómo esta impacte su proyecto académico.” (Vicerrectoría Académica, enero 2022).

Si usted lo considera necesario o importante, siéntase en libertad de informarme a mí como su profesor lo antes posible si existe, o se presenta en el desarrollo del curso, alguna barrera o dificultad, y si requiere de algún tipo de ajuste razonable para estar en igualdad de condiciones con los y las demás estudiantes. En ese caso envíeme un correo a la.camacho@uniandes.edu.co ó por favor solicítame una cita para reunirnos por una plataforma virtual o presencialmente en mi oficina (ML776).

MODELACIÓN AMBIENTAL - PROGRAMA DETALLADO CLASES MAGISTRALES						
Sem	Día	Fecha	Sesión	Tema	Observación	
1	Lunes	23-Jan	1	Introducción al curso. Problemática de la contaminación hídrica. Importancia y utilidad de modelos en ingeniería ambiental.	Lectura individual artículo 1	
	Miércoles	25-Jan	2	Introducción al marco de modelación. Protocolo de modelación	Lectura individual artículo 2	
2	Lunes	30-Jan	3	Protocolo de modelación - continuación		
	Miércoles	1-Feb	4	Fundamentos de modelación. Conservación de la masa. Introducción a la cinética de reacciones de orden n . Balance de masa en un reactor bien mezclado	Ejercicio 1	
3	Lunes	6-Feb	5	Soluciones ecuación diferencial de primer orden de un reactor bien mezclado. Métodos analíticos y numéricos de Euler, Heun y Runge-Kutta	Laboratorio 1	
	Miércoles	8-Feb	6	Modelación de mecanismos de transporte. Advección y difusión molecular y turbulenta. Dispersión longitudinal y transversal y longitud de mezcla en ríos	Lectura individual artículo 3	
4	Lunes	13-Feb	7	Experimentos con trazadores y aforos en ríos. Análisis de datos, tiempo de viaje, de arribo, de pasaje, momentos temporales y su significado	Ejercicio 2	
	Miércoles	15-Feb	8	Trazool y Ejercicios tiempo de viaje	Laboratorio 2	
5	Lunes	20-Feb	9	Modelo de advección – dispersión ADE 1D, 2D y 3D. Soluciones analíticas; Ejercicio ADE instantáneo	Ejercicio 3	
	Miércoles	22-Feb	10	Ejercicios de simulación de transporte de solutos en ríos Modelo ADE. Modelo de tiempos de viaje- Transporte de solutos - Soluciones numéricas	Laboratorio 3a	
6	Lunes	27-Feb	11	Calibración de modelo ADE de transporte en ríos. Laboratorio 4 Lectura individual artículo 4	Laboratorio 3b	
	Miércoles	1-Mar	12	Examen Parcial 1 (23%) Clases 1 – 11 - Salida de Campo opcional Sábado 4 de Marzo	Parcial 1	
7	Lunes	6-Mar	13	Modelación de organismos patógenos en ríos y lagos. Tasa de decaimiento por temperatura, salinidad, radiación, sedimentación y re-suspensión	Ejercicio 4	
	Miércoles	8-Mar	14	Modelación de organismos patógenos	Ejercicio 4 cont.	
8	Lunes	13-Mar	15	Modelación de oxígeno disuelto en ríos y lagos. Saturación de oxígeno disuelto. Modelación de transferencia de gases, volatilización, re-aireación	Ejercicio 5	
	Miércoles	15-Mar	16	Modelación de materia orgánica; Demanda bioquímica de oxígeno DBO. Condiciones anaerobias	Ejercicio 6	
	Lunes	20-Mar	SEMANA DE RECESO			
	Miércoles	22-Mar				
9	Lunes	27-Mar	17	Modelación de nitrógeno orgánico, amoniacal, nitritos y nitratos	Lectura Normas, Manual Q2K	
	Miércoles	29-Mar	18	Modelación de fósforo. Modelación de Fuentes distribuidas: Fotosíntesis, respiración, y demanda béntica	Marzo 31 30% Notas	
	Lunes	3-Apr	Semana Santa			
	Miércoles	5-Apr				
10	Lunes	10-Apr	19	Problema de Eutrofización y nutrientes. Modelación del crecimiento de plantas e introducción a modelación de cadenas alimenticias.		
	Miércoles	12-Apr	20	Introducción Modelo Qual2Kw		
11	Lunes	17-Apr	21	Laboratorio de Simulación de la calidad del agua - Modelo Qual2Kw	Laboratorio 4	
	Miércoles	19-Apr	22	Laboratorio de Calibración de la calidad del agua - Modelo Qual2Kw	Laboratorio 5	
12	Lunes	24-Apr	23	Examen Parcial 2 (23%) Clases 13 – 22		
	Miércoles	26-Apr	24	Introducción aguas subterráneas, flujo no saturado, saturado y conceptos de contaminación de acuífero	Lectura individual	
13	Lunes	1-May	Festivo			
	Miércoles	3-May	25	Debate Fracking en Colombia	Ensayo individual Fracking	
14	Lunes	8-May	26	Hidrología de aguas subterráneas. Ley de Darcy, suposiciones de Dupuit Forchheimer	Ejercicio 7	
	Miércoles	10-May	27	Ejercicios Ley de Darcy	Ejercicio 8	
15	Lunes	15-May	28	Modelación del transporte de contaminantes disueltos. ADE con adsorción y reacción en medios porosos	Lectura individual	
	Miércoles	17-May	29	Ejercicios. Introducción a modelos de aguas subterráneas. Introducción a modelación de sustancias tóxicas	Ejercicio 9	
16	Lunes	22-May	Festivo			
	Miércoles	24-May	30	Seguimiento avance proyecto e instrucciones de entrega y sustentación	Entrega proyecto y sustentación entre Mayo 24 y Junio 5	

NOTA: Cada estudiante es responsable de la preparación de la clase correspondiente mediante la lectura del material respectivo del texto, de otros libros pertinentes y de material puesto en Bloque Neón. La entrega de proyecto final y la sustentación se realizará entre **Mayo 24 y Junio 5**. Para programar la sustentación por favor solicitar cita al profesor después de entregar el informe de ingeniería del proyecto final del curso.

MODELACIÓN AMBIENTAL - PROGRAMA SESIÓN COMPLEMENTARIA DE LABORATORIO

Sem	Día	Fecha	Sesión	Tema	Observación
1	Jueves	26-Jan	1	Introducción Proyecto	Enunciado proyecto. Compromisos Grupo
2	Jueves	2-Feb	2	Distancias entre tramos	SIG
3	Jueves	9-Feb	3	Pendiente longitudinal y ancho	SIG
4	Jueves	16-Feb	4	Traztool tramo	Excel
5	Jueves	23-Feb	5	Modelo ADE instantáneo tramo	Excel
6	Jueves	2-Mar	6	Preparación salida de campo - Salida de campo 4 de Marzo	Familiarización equipos y protocolo
7	Jueves	9-Mar	7	Figuras y perfiles longitudinales de los datos de campo	Matlab
8	Jueves	16-Mar	8	Calibración trazadores tramo	Transporte solutos - Entrega 1a Proyecto Viernes 17 Marzo
	Jueves	23-Mar		Semana de Receso	
9	Jueves	30-Mar	9	Aforos e incertidumbre	Excel
10	Jueves	6-Apr	10	Semana Santa	Excel
11	Jueves	13-Apr	11	Hidráulica y Datos por tramo	Excel
12	Jueves	20-Apr	12	Qual2k Intro y Datos	Qual2kw
13	Jueves	27-Apr	13	Qual2k Calibración	Qual2kw - Entrega 1b Proyecto Viernes 28 Abril
14	Jueves	4-May	14	Qual2k Calibración	Qual2kw
15	Jueves	11-May	15	Qual2k Simulación escenarios	Qual2kw - 2a Entrega Proyecto Viernes 12 Mayo
16	Jueves	18-May	16	Qual2k Simulación escenarios	Qual2kw
17	Jueves	25-May	17	Resolución de dudas del proyecto.	

Entrega de proyecto final y sustentaciones entre Mayo 24 y Junio 5. Entregar informe final y solicitar cita para sustentación. El proyecto debe entregarse al menos 1 día antes de la sustentación